

本学豎型回流水槽基本性能

——自由表面流増速装置の効果について——

山 本 剛 二* 喜多代 義 之** 林 田 滋***

Fundamental Characteristics of the Vertical Circulating
Water Channel at N. I. A. S.——On the Effects of a Rotor to Remove Velocity
Defects near the Free Surface——

Goji YAMAMOTO* Yoshiyuki KITADAI** Shigeru HAYASHITA***

Summary

This paper presents the primary performance of the Circulating Water Channel (C. W. C.) at the Nagasaki Institute of Applied Science (N. I. A. S.).

In 1981, we built a Free Surface Flow Accelerator to produce uniform velocity distribution in the C. W. C., and carried out some measurements of velocity distribution, wave length, wave height, surface gradient, wave profiles of ships and resistance values of ships, to look for the effect of the Free Surface Flow Accelerator on the C. W. C. primary performance.

As we obtained satisfactory, results, we report these findings in detail.

1. 緒 言

本学豎型回流水槽 (Circulating Water Channel) は、昭和41年に設置され¹⁾、以来船舶工学科において船体抵抗推進関係、流れの可視化、粘性、漁網等の実験研究を行なってきた。その間、縮流ノズル形状の改善²⁾、観測窓の寸法を拡大しその材質をアクリルからガラスにするなどの改良を加えてきた。そして昭和56年9月に流速分布等の改善を目的とし自由表面流増速装置^{3,4)}を設置した。そして設置後の流速分布等の水槽基本性能を調査した結果、一応の設置成果を得たのでここに報告する。

さらに、その基本性能調査の一環として本学回流水槽標準模型船の抵抗試験結果と抵抗推定値との比較、又、船側波形の観察を行ない大型模型船の曳行水槽試験時の船側波形との比較を行なったので合わせて報告する。

2. 水槽概要

水槽の配置図を Fig. 1 に、主要目を Table 1 に示す。

3. 流速分布

流速分布の不均一は回流水槽では避けられないが、これらの速度の不均一は流れの剝離位置や船体抵抗計測値などに影響を及ぼす。特に自由表面付近での速度偏差は砕波現象などの造波特性に影響を及ぼすことが加用らの実験⁵⁾によって知られている。本学回流水槽の場合、水深200mm～5mmの間の速度偏差が30%もあり無視できない状態であったので、その改善を目的とし自由表面流増速装置を設置した。改善後の吹出口 (Fig. 1 参照) より後方800mm, 1300mm, 1800mmにおける縦方向

*大学院流体工学専攻

**三興運輸株式会社 (研究当時船舶工学科学生)

***船舶工学教室

1982年5月31日受付

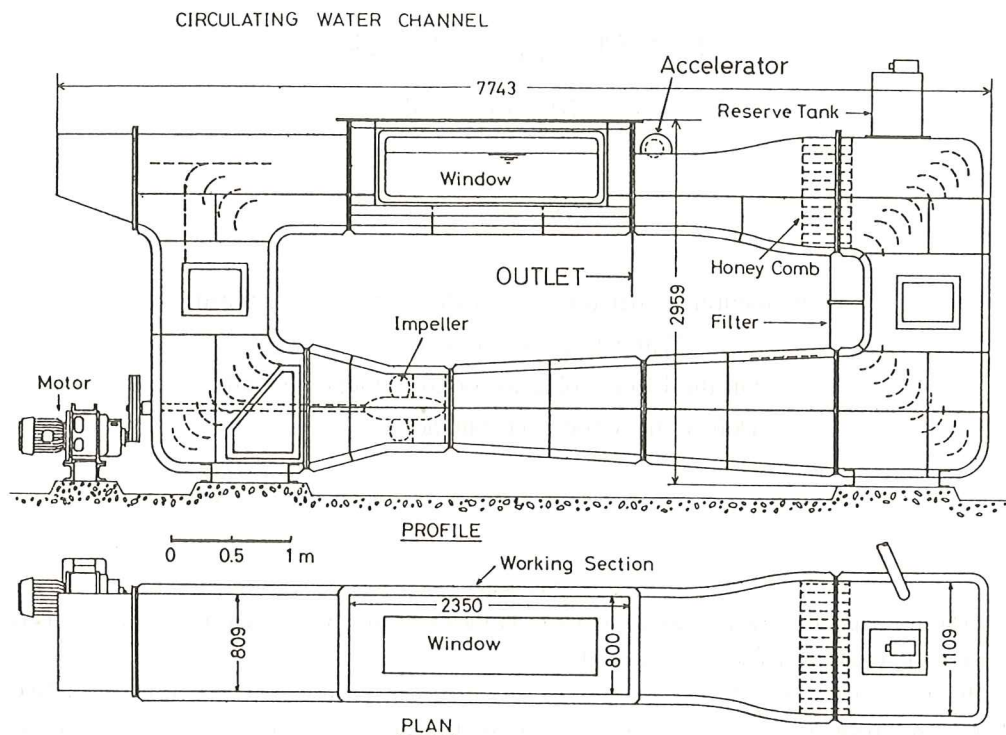


Fig. 1 C. W. C PLAN, PROFILE

Table 1 本学回流水槽主要目

| 型 式 | 豎型回流水槽 |
|--------|------------------------|
| 寸 法 | 長7.743M×幅1.109M×高2.36M |
| 最大断面 | 0.9M×1.10M |
| 計測部水深 | 約0.60M |
| 設定可能流速 | 2 m/sec |
| 常用使用流速 | 1.2 m/sec |
| 送 流 器 | 4翼組立式可変ピッチインペラー |
| 自 重 | 約4 ton |
| 水 量 | 約15 ton |

流速分布, 模型船舶首部が位置する吹出口後方800mmにおける改善前後の流速分布の比較を Fig. 2 に示す。

この結果より, 水深200mm~5mmの間で改善前30%あった速度偏差が, 最大7%, 各断面平均約4%と大幅に減少した。高幣らの報告⁶⁾によれば水深25mm~5mmの間の速度偏差が4%程度であり, 流速が1.5m/sec程度以内であれば通常の排水量型船型の抵抗試験に重大な影響を及ぼす事はないとされていることなどから, 改善後の流速分布は満足すべき範囲に納っていると考えられる。

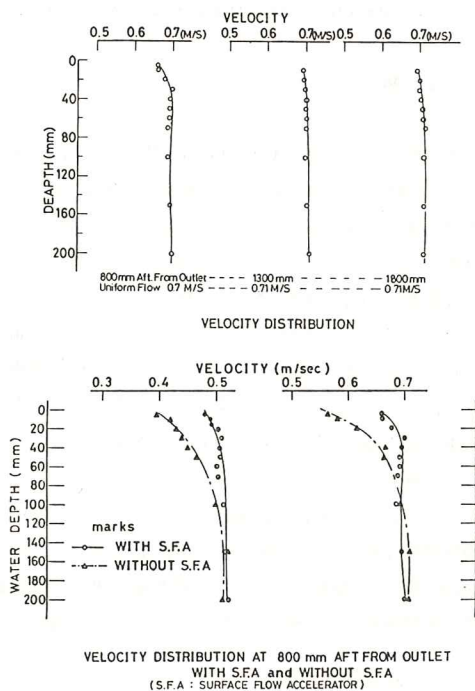


Fig. 2 VELOCITY DISTRIBUTIONS

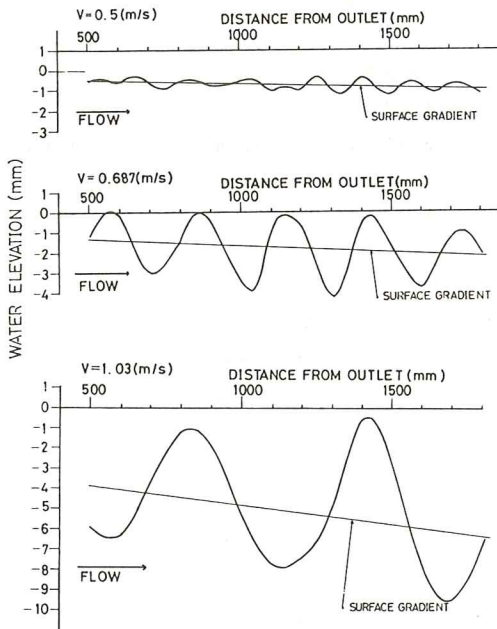


Fig. 3 STEADY WAVES

4. 自由表面流速装置が定在波、水面傾斜に及ぼす影響

水槽観測部自由表面には回流水槽の性能を問わず、

程度の差こそあれ必然的に定在波と呼ばれる波が発生する。又、水面が下流に行くに従い下がる、いわゆる水面傾斜が生じる。そこで、自由表面流増速装置による影響を調べるために定在波波長、波高をサーボ式波高計を用いて計測を行なった。計測結果を Fig. 3 に示す。

又、一般的に定在波の波長(λ)は、水槽観測部水深に比べて短かいので、近似的に

$$(\lambda) \approx 2 \pi V^2 / g \quad (1)$$

ここに

V : 流速 (m/sec)

が成り立ち、定在波の波高(ζ)は、各水槽の試験結果⁹⁾によれば、

$$(\zeta) \approx 5 V^4 \quad (2)$$

ここに

ζ : 波高 (mm)

V : 流速 (m/sec)

となると言われている。

そこで、Fig. 3 より求めた定在波波長、波高と(1)、(2)式とを比較した結果を Fig. 4 に示す。

Fig. 4 より、計測結果が(1)、(2)式の曲線にほぼ一致していることより、自由表面流増速装置による悪影響はなく、他の水槽と同等の性能であることがわかった。

水面傾斜は抵抗試験において、その傾斜角を(θ)とすると、 θ は微小なので近似的に (排水量 $\times \theta$) だけ水

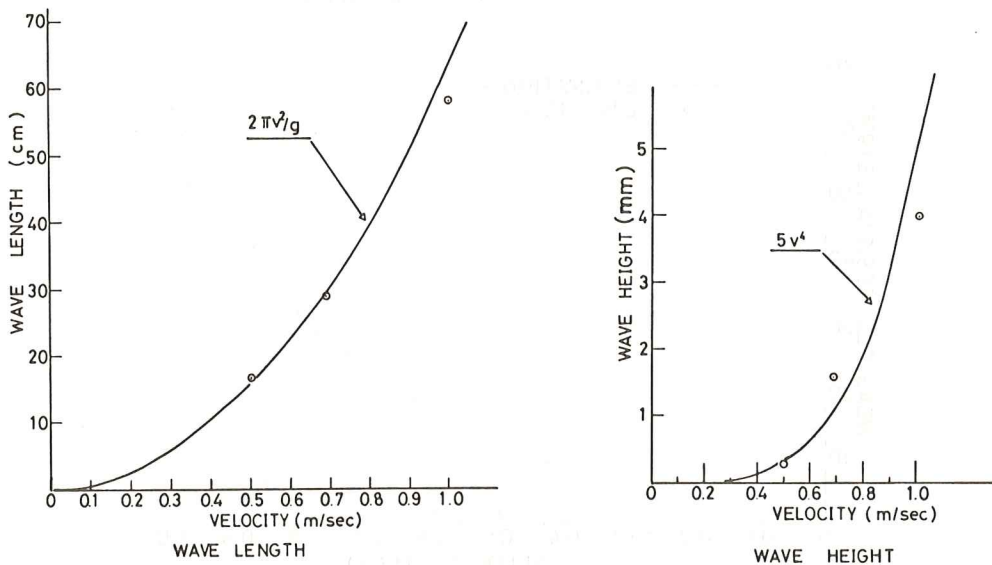


Fig. 4 WAVE LENGTH, HEIGHT

面傾斜により抵抗値が増加する影響を及ぼす。そのため抵抗計測値を修正する必要がある。水面傾斜角(θ)は速度の2乗に比例するとされているので、各流速での水面傾斜角を表わす実験式を求め用いることにする。

Fig. 3 より求めた水面傾斜角を Fig. 5 に示す。これより、各流速に対しての水面傾斜角(θ)は、

$$(\theta) = \{2.146 V^2 - 0.3821 V\} \times 10^{-3} \text{ --- (3)}$$

ここに

(θ) : 水面傾斜角 (Red)

V : 流速 (m/sec)

で与えられる結果となった。

与える影響

(a) 抵抗試験

自由表面流増速装置を作動させ、本学標準模型船、Series 60, 4210W 1 (m) Model (主要目を Table 2 に示す。)の抵抗試験を行なった結果を Fig. 6 に示す。

尚、水面傾斜による抵抗値の修正は、(3)式より

$$R_T^* = R_T - \{\Delta \times (\theta)\} \text{ --- (4)}$$

ここに

R_T^* = 真の抵抗値

R_T = 抵抗試験値

Δ = 排水量

となり、これを用いた。

5. 自由表面流増速装置が抵抗試験、船側波形に

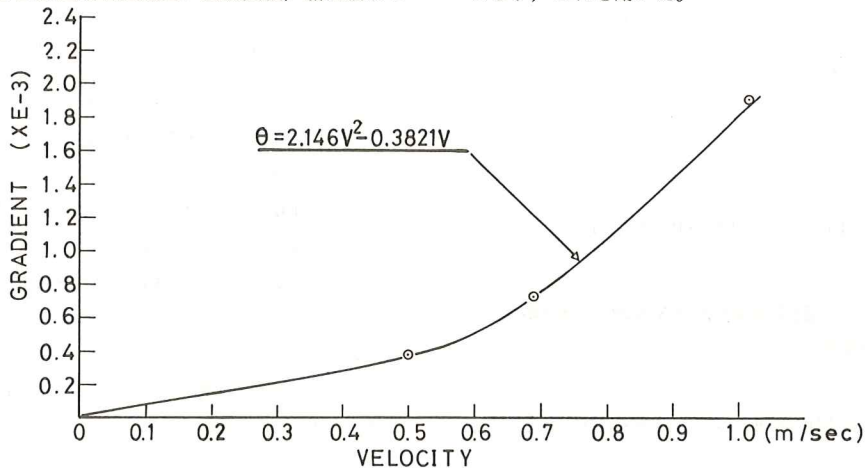


Fig. 5 SURFACE GRADIENT

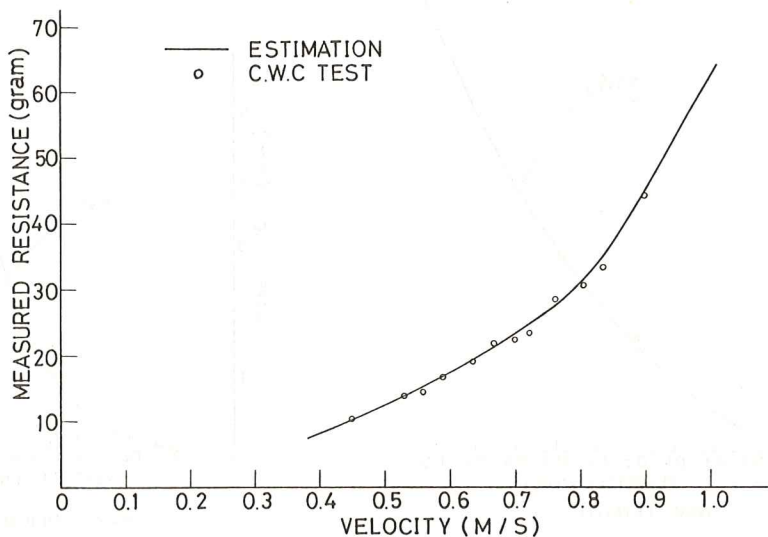


Fig. 6 SERIES 60 4210W 1m MODEL R_t -Fn CURVE

Table 2 供試船型 主要目

| Model | | C. W. C | Towing Tank |
|--------------|-----|---------|-------------|
| Serie 60 | Lpp | 1.0 M | 4.0 M |
| | B | 0.133M | 0.533M |
| | d | 0.053M | 0.213M |
| | Cb | 0.6 | 0.6 |
| Tanker Model | Lpp | 1.0 M | 6.0 M |
| | B | 0.15 M | 0.9 M |
| | d | 0.03 M | 0.18 M |
| | Cb | 0.661 | 0.661 |

計測値は全体に若干のばらつきがあるが、推定値⁷⁾に値、傾向ともにほぼ一致した。このことより、抵抗試験を行なうには一応満足すべき基本性能を有していると考えられる。しかし、抵抗値がグラム単位と小さいため、現在本学のキログラム単位の計測を行なう抵抗動力計では精度が悪く、計測値にばらつきが生じるため、今後改善する必要があると考える。

(b) 船側波形の比較

回流水槽を用いた模型試験では、回流水槽の特性の他に、模型船が小さいために制限水路影響、側壁影響、尺度影響などが試験結果に影響を及ぼすと考えられる。そこで、I. H. I. 技術研究所に、曳行水槽での大型船試験結果を提供していただき、本学回流水槽試験結果(同船型小型模型船)と比較を行ない、回流水槽の特性や模型船の大きさが船体により起こる波、特に船側波形への影響を調べた。松本⁽⁸⁾も曳行水槽と大型回流水槽を使用して同一模型船の比較試験を行ない、曳行水槽の結果に定性的に一致するとの結論を得ている。本学の供試船型は Series 60, 4210W Model と Tanker Model とし、主要目を Table 2 に示す。Fig. 7, 8 に比較結果を示す。

各流速における船側波形は、読み取り誤差などを考慮すれば、曳行水槽大型模型船の試験結果とよく一致している。この事より自由表面流増速装置を作動させ試験を行えば、回流水槽の特性が船側波形には影響せず、船側波形の観察や計算結果との比較確認などは、回流水槽でも十分に行なえると考える。

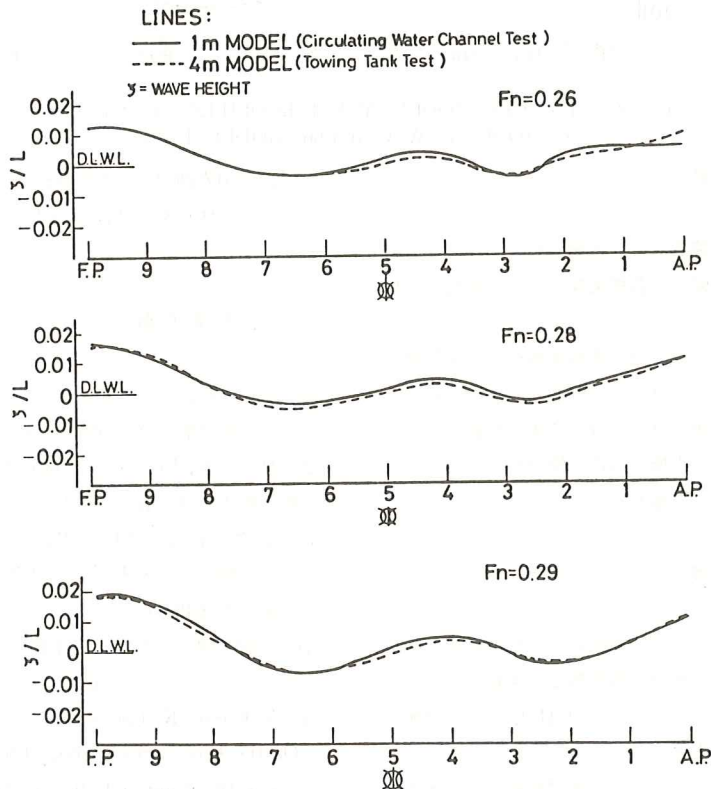


Fig. 7 SERIES 60 4210W WAVE PROFILES 1m MODEL(C. W. C) and 4m MODEL(T. T)

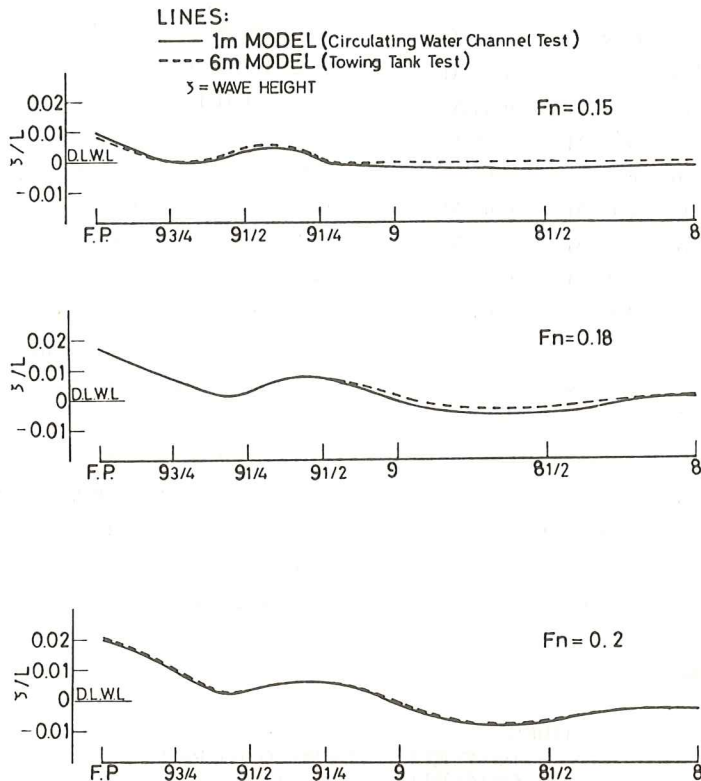


Fig. 8 TANKER MODEL WAVE PROFILES (Sq. St F. P.~8)
 1m MODEL (C. W. C) and 6m MODEL (T. T)

6. 結 言

自由表面流増速装置により流速分布の不均一を大幅に改善でき、速度偏差が各種実験に及ぼす影響も同様に減小したと考える。

抵抗試験においては、自由表面流増速装置を作動させ、水面傾斜を修正すれば、計測値に若干のばらつきが生じるが、推定値にほぼ一致する事が確認された。又、同様にして回流水槽の特性や模型船の大きさが船側波形には影響しない事も確認された。

7. 謝 辞

本研究の遂行にあたり、終始にわたり御指導を賜った本学船舶工学科 神中 龍雄教授に謝意を表します。又、資料を提供していただいた I. H. I. 技術研究所に厚く御礼申し上げます。

実験計測に御協力いただいた本学船舶工学科 4 年塩谷君、松谷君、山根君に感謝いたします。

又、自由表面流増速装置設置の際、設計、施工していただいた西日本流体技研の関係各位に御礼申し上げます。

8. 参考文献

- (1) 吉田 稔, 垣内 亀治: 本学型回流水槽について (長崎造船大学研究報告 第 7 号)
- (2) 林田 滋, 吉田 稔: 流速分布の改善について (長崎造船大学研究報告 第 17 巻)
- (3) 小倉 理一, 今村 国利, 山崎 芳嗣
回流水槽における表面流の増速装置について (西部造船会々報 48 号)
- (4) 小倉 理一 外: 回流水槽を用いた抵抗推定方法の一例について (西部造船会々報 64 号)
- (5) Y, Kayo K, Takekuma
On the Free-Surface Shear Flow related to Bow Wave-Breaking of Full Ship Models
日本造船学会誌 Vol. 149 (1981)

(6) 高幣 哲夫 外：回洋水槽における抵抗試験

関西造船協会誌 第159号

(7) F. H. Todd

Series 60—THE EFFECT OF VARIATION IN

SHIP PROPORTIONS (S. N. A. M. E.)

(8) 松本 憲洋, 小段 範久, 吉田 裕見

豎型回流水槽の基本性能 (その2)

日本鋼管技報 No72